

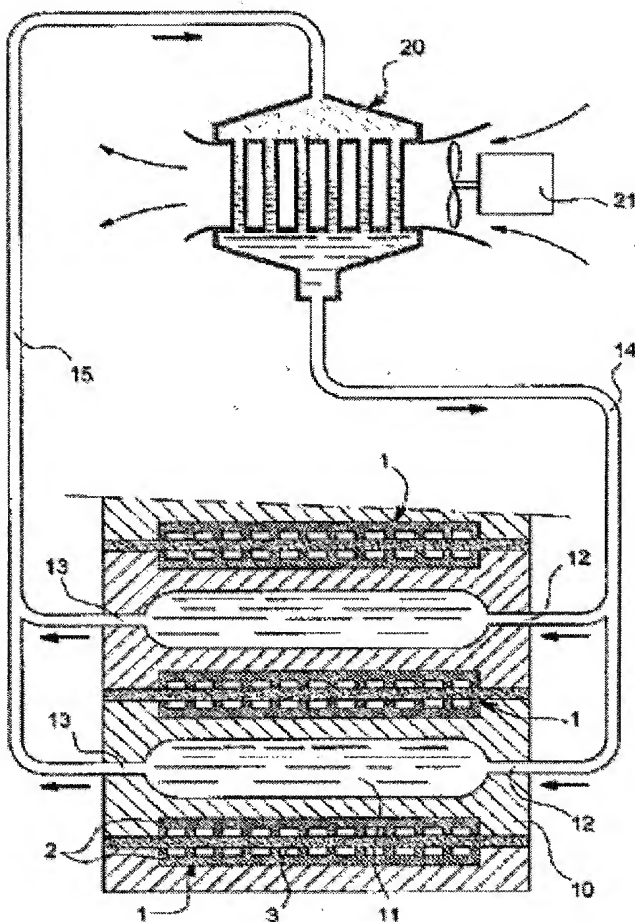
Refrigeration system for base modules of fuel cell, comprises base modules separated by polar elements with internal cavities containing refrigerant which circulates to condenser above base modules

Publication number: FR2841043
Publication date: 2003-12-19
Inventor: CHAIX JEAN EDMOND
Applicant: TECHNICATOME SOC TECH POUR L E (FR)
Classification:
- **International:** *H01M8/04; H01M8/04; (IPC1-7): H01M8/04*
- **European:** H01M8/04B4
Application number: FR20020007356 20020614
Priority number(s): FR20020007356 20020614

[Report a data error here](#)

Abstract of FR2841043

The base modules (1) consist of electrodes (2) separated by membranes (3). Polar plates (10) are located between the base modules and include cavities (11) which contain a refrigerant at a low pressure of about 480 mbars and operates in partly dual state. The cavities are connected (14,15) to a condenser (20) which may be fan assisted and circulation is by thermal-siphoning



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 841 043

②① N° d'enregistrement national :

02 07356

⑤① Int Cl⁷ : H 01 M 8/04

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 14.06.02.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.12.03 Bulletin 03/51.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *TECHNICATOME SOCIETE TECHNI-
QUE POUR L'ENERGIE ATOMIQUE Société anonyme*
— FR.

⑦② Inventeur(s) : CHAIX JEAN EDMOND.

⑦③ Titulaire(s) :

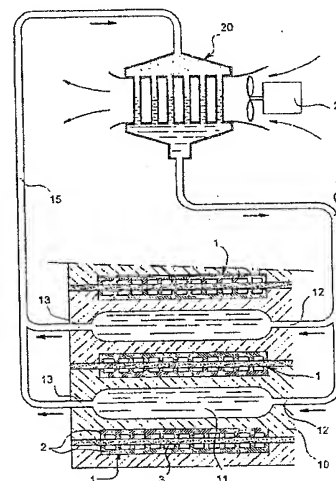
⑦④ Mandataire(s) : BREVATOME.

⑤④ SYSTEME DE REFRIGERATION D'UN EMPILAGE DE MODULES DE BASE DE PILE A COMBUSTIBLE.

⑤⑦ Le système permet d'éviter l'usage d'un dispositif de
pompage pour la circulation du fluide de réfrigération.

Il est composé principalement d'un circuit de circulation
du fluide réfrigérant, placé sous basse pression, pour que
ce dernier puisse être biphasique. L'échauffement du fluide
réfrigérant traversant les plaques bipolaires (10) provoque
l'évaporation de celui-ci, qui se condense dans un conden-
seur (20) placé au-dessus de la pile à combustible. Un phé-
nomène de thermosiphon permet la circulation autonome
du fluide réfrigérant dans l'empilement de la pile à combus-
tible.

Application particulière aux piles à combustible équipant
les véhicules.



FR 2 841 043 - A1



SYSTEME DE REFRIGERATION
D'UN EMPILAGE DE MODULES DE BASE
DE PILE A COMBUSTIBLE

5

DESCRIPTION

Domaine de l'invention

L'invention concerne les domaines des piles
10 à combustible constituées d'un empilement d'un grand
nombre de modules de base comprenant chacun un élément
de base électrodes/membrane entouré de deux éléments
polaires par lesquels le comburant et le combustible
sont acheminés vers la membrane séparatrice de
15 l'élément de base électrodes/membrane.

Ce type de pile à combustible trouve son
application, entre autres, dans les véhicules
électriques faisant l'objet de nombreuses études de
développement, en particulier les véhicules urbains de
20 transport en commun de surface, tels que les autobus,
les tramways et autres trolley bus. D'autres
applications sont possibles, notamment sur des
installations fixes, telles que des systèmes
stationnaires de production d'électricité, comme ceux
25 utilisés dans les hôpitaux ou autres bâtiments de
services, où l'éventualité d'une interruption
d'alimentation en électricité doit être exclue.

Art antérieur et problème posé

De nombreuses piles à combustible sont constituées d'une succession d'éléments de base comprenant, eux-mêmes, deux électrodes, dont une anode et une cathode, auxquelles sont apportés, continûment un comburant et un combustible et qui restent séparées par une membrane échangeuse d'ions faisant office d'électrolyte. Du côté de l'anode, se produit l'oxydation du combustible, tel que l'hydrogène, tandis que du côté de la cathode, le comburant, tel que l'oxygène ou l'air, est réduit. Ces deux réactions simultanées s'accompagnent par l'établissement d'une différence de potentiels entre les deux électrodes.

Chaque élément de base est entouré de deux flasques, appelés « plaques polaires », qui ont plusieurs fonctions. Elles permettent d'amener au contact de l'élément de base, d'un côté le carburant, de l'autre côté le combustible. Elles permettent également de collecter des électrons produits par la réaction d'oxydoréduction, énoncée plus haut. Enfin, ces plaques polaires permettent d'assurer l'évacuation des calories dues à l'élévation de température produite conjointement avec la production d'électrons, lors de cette réaction d'oxydoréduction.

Ces piles à combustible produisent, en fonctionnement normal, 50 % de l'énergie d'oxydoréduction sous forme de courant électrique et 50 % sous forme d'énergie thermique. Le contrôle de la température au voisinage des deux électrodes et de la

membrane d'électrolyte est un facteur primordial du rendement. En effet, des points chauds peuvent apparaître le long des canaux de distribution des gaz dans les plaques polaires et sont susceptibles d'entraîner des ébullitions locales qui peuvent diminuer, voire interrompre la réaction d'oxydoréduction. Il peut s'ensuivre la destruction du module de base électrodes/membrane. Ce contrôle de la température nécessite donc de réfrigérer constamment l'ensemble, notamment le module électrodes/membrane.

A cet effet, on connaît, par la demande de brevet français publiée sous le numéro 2 810 795, une structure de pile à combustible utilisant, entre chaque élément électrodes/membrane, une plaque bipolaire utilisée pour les deux modules adjacents. Une telle plaque bipolaire comprend, outre les canaux de circulation du comburant et du carburant, un espace et des canaux d'alimentation interne pour permettre la circulation d'un liquide réfrigérant à l'intérieur d'elle-même, contribuant ainsi à réfrigérer les deux éléments de base qui lui sont adjacents. Dans ce type de réfrigération, la circulation du réfrigérant se fait sous pression, le réfrigérant ne pouvant pas être en ébullition. Bien entendu, une grande quantité d'eau est nécessaire pour assurer la réfrigération de l'ensemble, car l'énergie thermique produite par la pile est évacuée sous forme de chaleur spécifique (4,18 KJ/K.°C). De plus, des moyens de pompage sont nécessaires pour assurer cette circulation du réfrigérant. Enfin, la température du réfrigérant à la sortie de la pile peut être élevée (100°C ou plus).

Le but de l'invention est de remédier à ces inconvénients, en proposant un système de réfrigération différent, c'est-à-dire qui utilise moins de liquide réfrigérant et qui n'utilise pas de moyens de pompage.

5

Résumé de l'invention

A cet effet, l'objet principal de l'invention est un système de réfrigération d'un empilage de modules de base de pile à combustible, l'empilage comprenant :

- au moins deux modules de base ; et
- des éléments polaires intercalées entre les modules de base pour assurer, entre autres, le refroidissement des modules de base ;

le système de réfrigération comprenant :

- un circuit de circulation de fluide réfrigérant dans les éléments polaires ; et
- un dispositif de refroidissement du fluide réfrigérant.

Selon l'invention, le fluide réfrigérant se vaporisant et étant donc biphasique, le dispositif de refroidissement du fluide réfrigérant est un condenseur et le circuit de circulation du fluide réfrigérant est mis sous basse pression.

Dans la réalisation principale de l'invention, les éléments polaires sont constituées de plaques bipolaires intercalées chacune entre deux éléments de base et à l'intérieur desquelles est

organisée la circulation du fluide réfrigérant, chaque plaque bipolaire possédant au moins une cavité interne munie d'un orifice d'entrée et d'un orifice de sortie du fluide réfrigérant.

5 Il est préférable de prévoir le positionnement du condenseur en haut de la pile à combustible, pour profiter de la condensation du fluide réfrigérant, afin d'assurer la circulation de ce dernier par un phénomène de thermosiphon.

10 Dans le cas où la pile à combustible possède un compresseur, celui-ci peut être utilisé pour obtenir la basse pression dans le circuit de circulation du fluide réfrigérant, notamment en utilisant l'orifice d'aspiration du compresseur.

15 Dans une application particulière, on utilise une pression égale à environ 480 mbars à l'intérieur du circuit de circulation du fluide réfrigérant qui est de l'eau, laquelle bout à 80°C à cette pression.

20

Description détaillée d'une réalisation de l'invention

L'unique figure représente, en coupe, une
25 partie d'une pile à combustible dans laquelle le système de réfrigération selon l'invention est appliqué à son empilage de modules de base. Ce dernier, représenté en partie sur cette figure, comprend une succession d'éléments de base 1 qui sont les éléments
30 fonctionnels de la pile à combustible. Ces éléments de base 1 comprennent deux électrodes 2 séparées par une

membrane 3, à travers laquelle s'effectue la réaction d'oxydoréduction et la production d'électrons sur les électrodes 2. Entre chaque élément de base 1 est placée une biplaque polaire 10. En fait, chaque biplaque polaire 10 constitue deux éléments polaires de deux éléments de base 1 adjacents et respectifs. On note que chaque biplaque 10 possède une cavité interne 11 et un orifice d'entrée 12 et un orifice de sortie 13. A ces deux derniers éléments, est connecté un circuit de réfrigération et, plus exactement, une canalisation d'entrée 14 connectée à l'orifice d'entrée 12 et une canalisation de sortie 15 connectée à l'orifice de sortie 13.

Le circuit de réfrigération se complète d'un condenseur 20 placé au-dessus de l'empilement de la pile à combustible et recevant la canalisation de sortie 15 pour alimenter la canalisation d'entrée 14. De préférence, le condenseur 20 est complété d'un ventilateur 21 pour accélérer la condensation.

Il est important de noter que l'intérieur du circuit de réfrigération est placé sous basse pression, de l'ordre de 480 mbars, c'est-à-dire deux fois moindre que la pression atmosphérique. De plus, le fluide réfrigérant est en partie biphasique. En effet, une fois enfermé dans le circuit de refroidissement sous basse pression, il peut donc rentrer en ébullition assez rapidement à basse température.

On signale que plusieurs produits peuvent être utilisés comme fluide réfrigérant. On pense, en particulier, au butane, au propane et au fréon. Bien sûr, de l'eau peut également être utilisée.

Le fonctionnement du système est le suivant.

Grâce à la canalisation d'entrée 14, chaque plaque bipolaire 10 est alimentée en fluide sous forme liquide. Le fonctionnement de chaque élément de base 5 chauffe les deux plaques bipolaires 10 qui lui sont adjacentes. De ce fait, le fluide réfrigérant arrivant sous forme liquide dans la cavité interne 11 s'échauffe également en rentre en ébullition. Dans le cas de 10 l'eau, une élévation de la température à 80°, sous une pression de 480 mbars, permet à l'eau de se vaporiser. Le liquide réfrigérant est alors biphasique à la sortie des éléments polaires. L'énergie thermique produite par la pile est évacuée sous forme de chaleur latente dans 15 la vapeur ainsi produite (2308 KJoule/Kg à 80°C pour de l'eau). Le liquide réfrigérant biphasique est alors évacué par la canalisation de sortie 15 qui alimente le condenseur 20. A l'aide du ventilateur 21, la vapeur se condense alors et l'eau retombe dans le bas du condenseur 20 pour alimenter la canalisation d'entrée 20 14.

On note que, dans la plupart des cas, une pile à combustible est équipée d'un compresseur. Ce dernier peut alors être utilisé pour faire régner la 25 basse pression de 480 mbars dans le circuit de réfrigération, notamment au moyen de son orifice d'aspiration, le liquide réfrigérant étant de l'eau. Ainsi, à une période donnée ou en début et en fin de période de fonctionnement, il est possible d'utiliser 30 ce compresseur pour établir la basse pression dans le circuit de réfrigération.

On note que, un phénomène de thermosiphon s'établit dans circuit de réfrigération, ce qui évite d'utiliser des moyens moteur, tel qu'une motopompe, pour faire circuler le fluide réfrigérant. Bien
5 entendu, il faut que la hauteur entre l'empilement de la pile à combustible et le condenseur 20 soit suffisante.

On précise que la quantité de fluide de refroidissement nécessaire pour faire fonctionner ce
10 système est grandement inférieure à celles utilisées, lorsque des pressions plus élevées règnent dans les circuits de refroidissement.

Il est important de constater que, le fluide étant en partie biphasique, la température d'une
15 partie du circuit de réfrigération est constante. Ceci évite les problèmes de dilatation dans une partie de l'ensemble.

De plus, si la température du fluide réfrigérant ne dépasse pas 80°C, ce système constitue
20 un avantage pour des utilisations dans les pays chauds, notamment à bord des véhicules.

Les plaques bipolaires 10 sont des pièces uniques réunissant deux éléments polaires relatifs chacun à un élément de base adjacent. Ceci n'est qu'un
25 exemple de réalisation, l'essentiel étant qu'une circulation de liquide réfrigérant puisse être organisée de façon étanche entre ces deux éléments polaires. La plaque unique bipolaire 10 constitue donc une solution avantageuse.

REVENDICATIONS

1. Système de réfrigération d'un empilage
de modules de base (1) de pile à combustible,
5 l'empilage comprenant :

- au moins deux modules de base (1) ; et
- deux éléments polaires intercalés entre
les modules de base (1) pour assurer,
entre autres, le refroidissement des
10 modules de base (1) ;

le système de réfrigération comprenant :

- un circuit de circulation de fluide
réfrigérant (14, 15) circulant dans les
éléments polaires ; et
- 15 - un dispositif de refroidissement du
fluide de réfrigération,

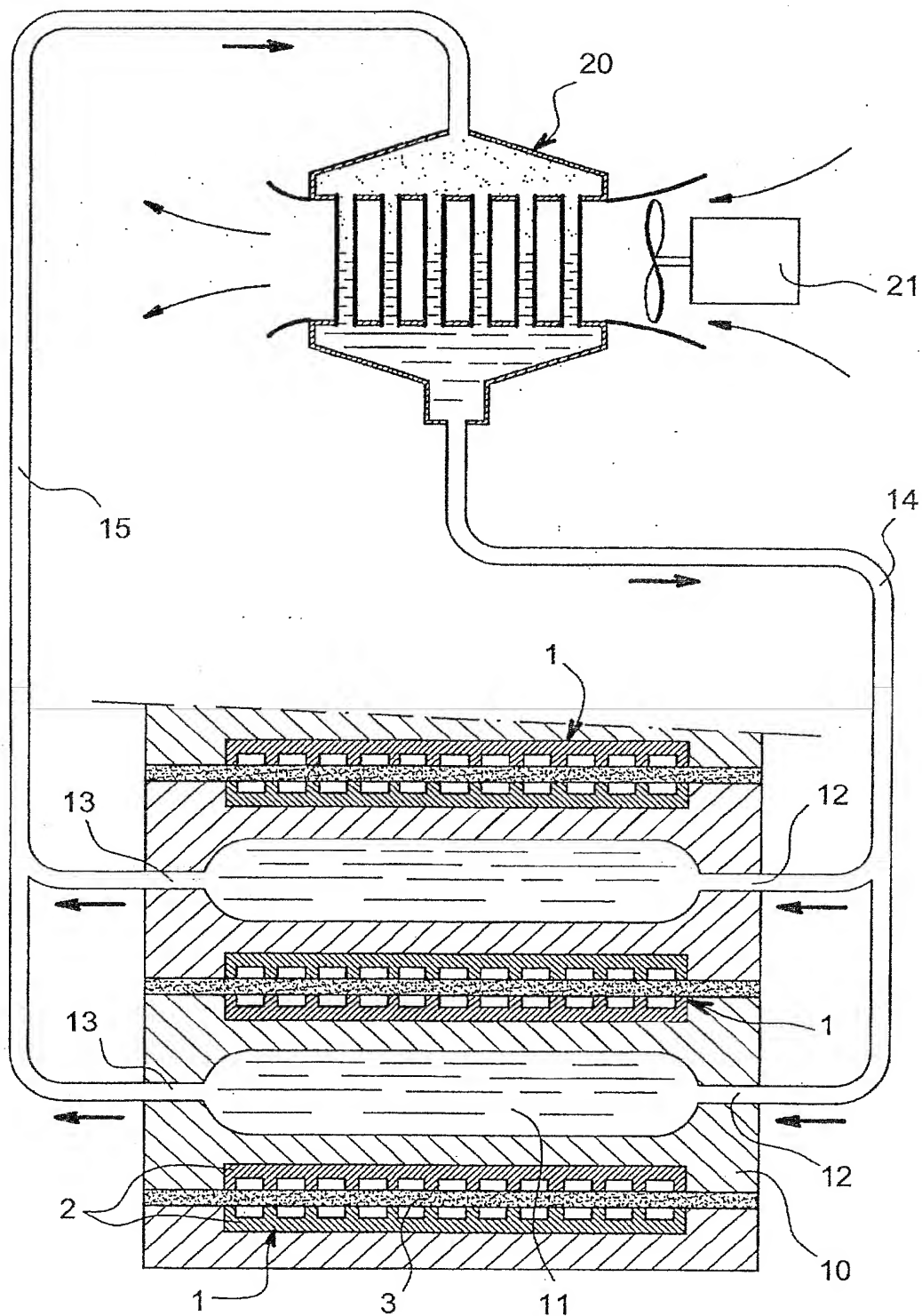
caractérisé en ce que le fluide réfrigérant se
vaporisant à la sortie des éléments polaires et étant
donc biphasique , le dispositif de refroidissement du
20 fluide réfrigérant est un condenseur (20) et
l'intérieur du circuit de circulation du liquide
réfrigérant est mis sous basse pression.

2. Système de réfrigération selon la
revendication 1, dans lequel les éléments polaires sont
25 constitués de plaques bipolaires (10) intercalées
chacune entre deux éléments de base (1) et à
l'intérieur desquelles est organisée la circulation du
fluide réfrigérant, chaque plaque bipolaire (10)
possédant au moins une cavité interne (11) munie d'un
30 orifice d'entrée (12) et d'un orifice de sortie (13) du
fluide réfrigérant.

3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le condenseur (20) est placé au-dessus de l'empilement de la pile à combustible, le liquide réfrigérant circulant dans le circuit de réfrigération par un phénomène de thermosiphon.

4. Système de réfrigération 1, selon la revendication 1, dans lequel la pile à combustible est équipée d'un compresseur, caractérisé en ce que le compresseur est utilisé pour fournir la basse pression dans le circuit de circulation du fluide réfrigérant, en utilisant son orifice d'aspiration.

5. Système de refroidissement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pression régnant à l'intérieur du circuit de circulation du fluide réfrigérant est environ égal à 480 mbars, le fluide réfrigérant étant de l'eau.





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2841043

N° d'enregistrement
nationalFA 621492
FR 0207356

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 089 (E-592), 23 mars 1988 (1988-03-23) - & JP 62 223976 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 1 octobre 1987 (1987-10-01) * abrégé *	1, 3	H01M8/04
X	US 4 500 612 A (FUJII MASAO ET AL) 19 février 1985 (1985-02-19) * figures 4, 10, 11 * * colonne 2, ligne 36 - ligne 68 * * colonne 3, ligne 12 - ligne 44 * * colonne 5, ligne 26 - colonne 6, ligne 8 *	1	
A	DE 198 38 652 A (ZAE BAYERN BAYERISCHES ZENTRUM) 9 mars 2000 (2000-03-09) * colonne 2, ligne 6 - ligne 9; revendications 13, 14, 17; figure 6 * * colonne 2, ligne 1 - ligne 3; figure 5B *	1	
A	FR 2 800 017 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR) 27 avril 2001 (2001-04-27) * revendications 1, 6 *	1	
A	US 3 392 058 A (HARRISON JOHN W ET AL) 9 juillet 1968 (1968-07-09) * colonne 10, ligne 7 - ligne 28; figures 7, 9 *	1	
A	US 6 146 779 A (WALSH MICHAEL M) 14 novembre 2000 (2000-11-14) * revendication 1; figures 6, 7, 11 *	1	
A	DE 196 36 902 C (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 23 avril 1998 (1998-04-23) * colonne 3, ligne 38 - ligne 56 *	1	
-/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 mars 2003		D'hondt, J	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

5

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



2841043

N° d'enregistrement
national

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 621492
FR 0207356

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 344 721 A (SONAI ATSUI ET AL) 6 septembre 1994 (1994-09-06) * colonne 6, ligne 17 - ligne 60; revendications 1,2 *	1	
A	DE 197 41 331 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 1 avril 1999 (1999-04-01) * revendication 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 mars 2003		D'hondt, J	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>			

5

5
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

2841043

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0207356 FA 621492**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 20-03-2003
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 62223976	A	01-10-1987	JP	1938543 C	09-06-1995
			JP	6065055 B	22-08-1994
US 4500612	A	19-02-1985	AUCUN		
DE 19838652	A	09-03-2000	DE	19838652 A1	09-03-2000
FR 2800017	A	27-04-2001	FR	2800017 A1	27-04-2001
US 3392058	A	09-07-1968	CH	440400 A	31-07-1967
			DE	1496124 A1	02-01-1969
			FR	1412583 A	01-10-1965
			GB	1080958 A	31-08-1967
			SE	331141 B	14-12-1970
US 6146779	A	14-11-2000	AU	4052800 A	23-10-2000
			WO	0060687 A1	12-10-2000
DE 19636902	C	23-04-1998	DE	19636902 C1	23-04-1998
US 5344721	A	06-09-1994	JP	3352716 B2	03-12-2002
			JP	5283091 A	29-10-1993
DE 19741331	A	01-04-1999	DE	19741331 A1	01-04-1999
			AU	1432699 A	12-04-1999
			WO	9916139 A2	01-04-1999
			EP	1019973 A2	19-07-2000

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82